

MODELO PREDITIVO PARA O POVOAMENTO PROTO-HISTÓRICO DA BEIRA INTERIOR (CENTRO DE PORTUGAL): CONSTRUÇÃO DO MODELO E PRIMEIROS RESULTADOS

Marta Estanqueiro¹

Marcos Osório^{2,3,4}

Raquel Vilaça^{2,3}

(1) Mestre em Arqueologia e Território pela Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

(2) Instituto de Arqueologia. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

(3) Centro de Estudos em Arqueologia, Artes e Ciências do Património (CEAACP)

(4) Câmara Municipal do Sabugal

Email: estanqueiromarta@gmail.com

RESUMO

Apresentam-se os resultados do estudo desenvolvido na região da Beira Interior (Centro de Portugal), com vista à construção de um mapa preditivo das zonas de provável ocorrência de povoamento proto-histórico, desenvolvido apenas com *software* livre.

Procurou-se compreender alguns dos fatores que levaram à escolha de determinados locais habitados nessa fase cronológica, analisando-se 15 potenciais variáveis ambientais e culturais, das quais apenas 4 foram selecionadas para o modelo final, sendo três destas de carácter cultural, salientando-se assim a importância da inclusão deste tipo de preditores nos modelos arqueológicos. Este foi obtido através de uma regressão logística binária multivariada com *bootstrap*, apresentando o mapa preditivo resultante quatro classes de probabilidade: baixa, média, alta e muito alta, correspondendo as últimas a 1.5% da área em estudo e um Índice de ganho de Kvamme de 0.975.

Foi realizada uma validação teórica através de uma amostra de sítios conhecidos, pretendendo-se no futuro dar continuidade ao ensaio por meio de prospeções no terreno.

Palavras-chave: Beira Interior, Proto-história, regressão logística, mapa preditivo.

ABSTRACT

The results of the study conducted in the region of Beira Interior (Central Portugal) are presented, aiming the creation of a predictive map that helps to identify probable areas of occurrence of proto-historic settlements, using only free software.

For a better understanding of some of the factors that led to the choice of certain inhabited places with this chronology, 15 environmental and cultural variables were analyzed, of which only 4 were selected for the final model, three of these were cultural, thus stressing the importance of including this type of predictors in archaeological models. This was achieved through a multivariate binary logistic regression with bootstrapping, having the resulting map four probability classes: low, medium, high and very high, corresponding the latest to 1.5% of the study area and yielding a value of 0.975 for the Kvamme gain Index.

A theoretical validation was performed using a sample of known sites, intending in the future to continue testing through field work.

Keywords: Beira Interior, Protohistory, logistic regression, predictive map.

1. INTRODUÇÃO

O estudo que se apresenta teve como base a dissertação de mestrado desenvolvida por um dos autores (Estanqueiro, 2016), tendo a mesma consistido na construção de um modelo preditivo aplicado aos povoados proto-históricos da Beira Interior. Objetivou-se através deste contribuir para a gestão e proteção do património cultural por meio da redução do número de áreas a prospectar, assim como diminuir a escassez de informação arqueológica que se verifica em certas zonas da região e minimizar o risco de destruição do património por parte de alguns agentes de desenvolvimento.

Numa vertente mais científica procurou-se compreender melhor alguns

dos fatores que possam ter sido levados em conta na escolha dos locais de implantação dos povoados da região e averiguar o seu potencial de integração num modelo preditivo.

Estes modelos tiveram a sua inserção no contexto arqueológico português no início do século XXI com os trabalhos de Helena Rua (2004) e Natália Botica (2004). Decorrida mais de uma década, o seu número ainda é reduzido, razão pela qual se procedeu à elaboração da previsão arqueológica recorrendo somente a *software* livre, disponível a todos os investigadores que pretendam dedicar-se a esta temática, visando assim contribuir para o aumento destas modelações.

Procurou-se também inserir nas análises efetuadas variáveis culturais, pouco

frequentes nos modelos preditivos devido à sua complexidade e à dificuldade da sua conceção, mas de extrema importância, atendendo a que o ser humano não se define apenas como um ser biológico.

Com este contributo pretendemos dar a conhecer a metodologia utilizada para a construção do mapa logístico preditivo, assim como os primeiros resultados alcançados.

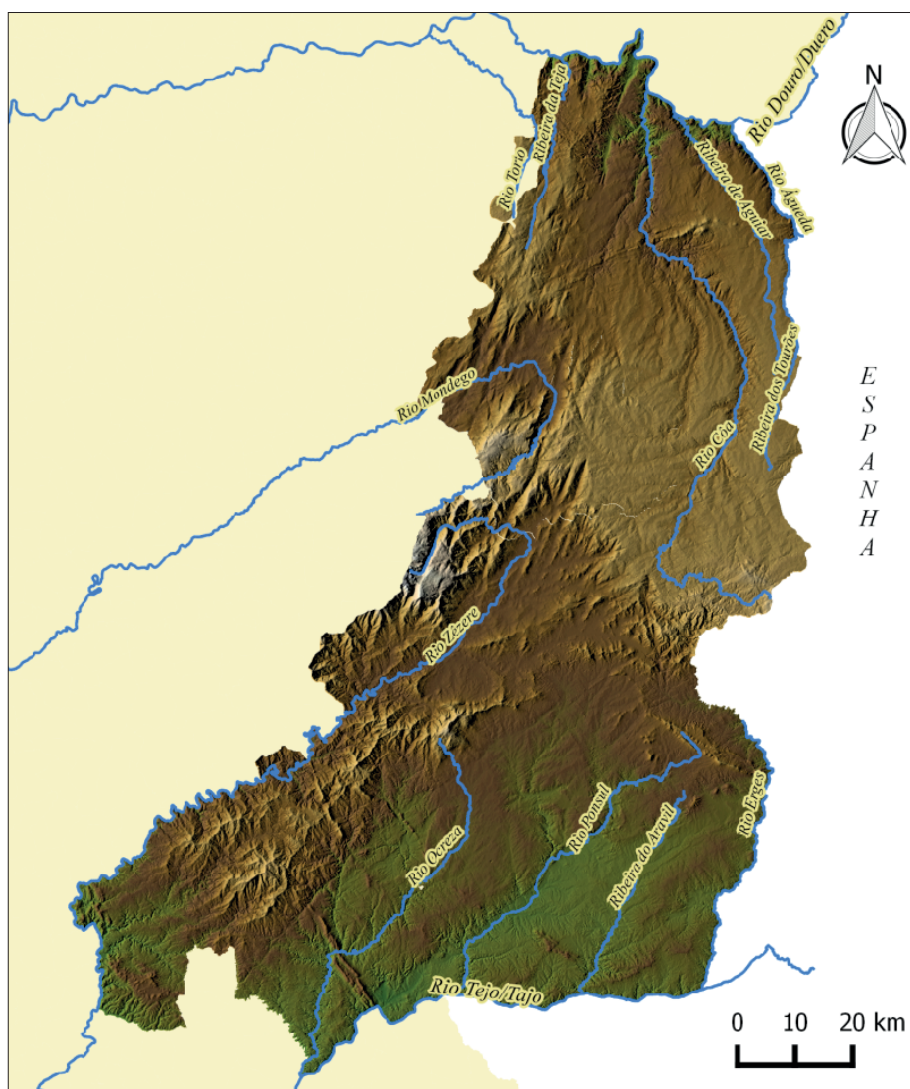


Fig. 1. Beira Interior – enquadramento geográfico (segundo Estanqueiro, 2016, fig.2).

2. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A área de estudo incidiu sobre a região da Beira Interior, compreendendo administrativamente os distritos da Guarda e Castelo Branco.

Como delimitadores naturais encontramos, a norte, o vale do Douro e, a sul, o rio Tejo. A leste a demarcação é efetuada pela fronteira luso-espanhola, em parte estabelecida pelos cursos do rio Águeda e pela Ribeira de Tourões, a nordeste, bem como pelo rio Erges, a sudeste.

Os relevos da Cordilheira Central, com orientação SE-NO, estabelecem a fronteira noroeste, tendo-se excluído os concelhos de Seia e Gouveia localizados mais a oeste (fig.1).

A região encontra-se implantada sobre o Maciço Antigo, mais concretamente sobre a Zona Centro-Ibérica, caracterizando-se por uma abundância de rochas antigas do Paleozóico e anteriores, posteriormente deformadas por movimentos orogénicos (Cunha, 2008). A diferente resistência das rochas de carácter mais duro aos agentes erosivos e aos movimentos tectónicos resultaram num relevo diversificado que se apresenta em planaltos graníticos elevados, cristas quartzíticas isoladas pela erosão e suaves colinas xistosas (Ribeiro, 1945; *idem*).

A hidrologia da região é dominada pelas bacias do Douro, Tejo e Mondego.

3. CONTEXTO CULTURAL

O período cronológico abarcado por este estudo compreende desde o final do II milénio a.C. aos últimos séculos do I milénio a.C., integrando o Bronze Final, o Ferro Inicial e o Ferro Pleno, estas duas últimas fases ainda insuficientemente caracterizadas.

Aparentemente, no Bronze Final verificou-se uma mudança na estratégia de povoamento, ou, pelo menos, uma tendência mais marcada pela preferência de locais de implantação destacados na paisagem, alcantilados, com controlo visual do território envolvente e tirando partido das características do relevo para proteção natural e/ou delimitação do espaço interno, reforçado em alguns povoados com a construção de muralhas. Deve ser sublinhado que a visibilidade de boa parte desses povoados, nomeadamente os que se encontram na Plataforma de Castelo Branco, ou os que se implantam em torno da bacia do Zêzere, na Cova da Beira, não era só direcionada para a região envolvente, mas também procuravam a intervisibilidade entre eles, permitindo colocar a hipótese da existência de possíveis relações de cooperação e solidariedade entre as comunidades que os habitavam. Esse controlo territorial partilhado adquire maior expressividade quando se cruza com o acesso a minérios ou a caminhos que a eles levavam (Vilaça, 1995; Vilaça *et alli*, 1998). Destaque-se que esta era uma área rica em minérios de estanho, de que o Sul de Portugal carecia e que

eram necessários para a metalurgia do bronze, em conjunto com o cobre, que também se encontra presente na região, embora em menor percentagem, assim como o ouro.

Durante a Idade do Ferro os povoados aumentaram o seu perímetro interno e generalizou-se a edificação de estruturas defensivas, em momento ou momentos ainda desconhecidos com precisão, permitindo pensar num movimento tendencial de maior concentração da população em determinados sítios de altura.

Relativamente à I Idade do Ferro, o seu quase desconhecimento, não obstante casos de arqueossítios como a Cachouça (Vilaça, 2007), o Cabeço das Fráguas (Schattner e Santos, 2010) e a Vila do Touro (Sabugal), em fase de estudo¹, não permite ainda aferir conclusivamente se estamos perante uma fase de rutura ou de continuidade no povoamento desta região, onde grande parte dos povoados ainda não foram alvo de escavação, ou prospeção sistemática.

Neste cenário, procurou-se assim compreender quais foram as condicionantes ambientais e, muito especialmente, as culturais, com maior peso na escolha dos locais de implantação dos povoados, e se a sua importância teria sido constante ao longo do tempo ou se se verificariam diferenças significativas.

Com a construção de um modelo preditivo e a subsequente identificação de

áreas com elevada probabilidade, procurou-se ainda aumentar a possibilidade de descoberta de sítios inéditos e assim obter um melhor entendimento do padrão de distribuição dos povoados e possíveis relações entre estes e o território.

4. METODOLOGIA

Para a construção do modelo preditivo recorreu-se a uma regressão logística multivariada. Esta permite-nos obter um modelo matemático, quantificando a relação entre uma variável resposta de carácter dicotómico e diversos fatores preditivos independentes que se pensa terem tido influência no padrão observado através da equação:

$$\begin{aligned} \text{Probabilidade de encontrar um povoado} &= \\ &= \frac{1}{1 + e^{-(a+b_1X_1+\dots+b_kX_k)}} \end{aligned}$$

Onde:

a: representa a ordenada na origem.

b_1, \dots, b_k : representam os coeficientes de regressão.

X_1, \dots, X_k : representam as variáveis preditivas.

A combinação desta técnica estatística com um sistema de informação geográfica permitiu a aplicação do modelo logístico desenvolvido a todo o território em estudo, resultando na construção de um mapa em que cada célula do mesmo apresenta a probabilidade de existência de um povoado proto-histórico.

¹ Escavações em curso, com apoio do Município do Sabugal, sob responsabilidade de dois dos autores (M.O. e R.V.).

No estudo desenvolvido a variável binária apresenta-se em dois estados, a presença ou ausência de um povoado, sendo representada por uma amostra de sítios arqueológicos de localização conhecida, assim como por diversos locais disseminados por toda a região representando as ausências.

Partindo da base de dados da Direção Geral do Património Cultural, bem como da bibliografia existente para o período e área em questão (*vide* Estanqueiro, 2016), selecionaram-se 89 povoados para integrar este ensaio. Destes, 70 foram escolhidos aleatoriamente para serem utilizados na construção do modelo tendo os restantes 19 sido reservados para a avaliação do seu desempenho.

Para representar as pseudo-ausências, ou seja, as características do restante território, selecionaram-se aleatoriamente 350 locais distribuídos por toda a região e que distassem pelo menos 1 km dos povoados de modo a não coincidirem com estes.

Entre os 15 fatores preditivos analisados procurou-se abranger aspetos ambientais e culturais que pudessem ter influenciado ou condicionado a localização dos arqueossítios. Os últimos, de rara presença nas previsões arqueológicas, são de extrema importância, pois são um reflexo das relações económico-sociais, políticas e religiosas das comunidades.

Os preditores alvo de análise foram a altitude, as ocorrências mineiras, a rede hidrográfica, um índice de visibilidade, a diferença máxima de elevação descenden-

te, a geomorfologia, a declividade, o tipo de solos, a temperatura média anual, a radiação solar, a precipitação total, a exposição solar, a litologia, o uso e capacidade de solos, e dentro deste, a proximidade a solos de classe A.

Antes de se iniciar a construção do modelo logístico procedeu-se à divisão da amostra que continha os povoados pela sua cronologia de ocupação, Bronze Final e Idade do Ferro, procurando averiguar a existência de diferenças entre os dois períodos, ou se poderiam ser reunificados numa só amostra. Recorrendo aos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov, Wilcoxon-Mann-Whitney, Fisher e Qui-quadrado (Pestana e Velosa, 2002; Murteira, 1990, Dytham, 2011) contrastaram-se as duas amostras para os 15 preditores, concluindo-se que à exceção da variável proximidade a linhas de água, não se detetaram dissemelhanças entre as restantes, pelo que se procedeu à reunificação numa só listagem, dos sítios arqueológicos.

A variável proximidade a linhas de água foi retirada, pois apresentou uma diferença a nível da distância média dos povoados a estas, entre as duas amostras, que se traduz numa menor distância dos povoados da Idade do Ferro aos cursos de água. A permanência deste preditor influenciaria as análises, favorecendo a localização de arqueossítios desta cronologia.

Seguidamente foi efetuada uma pré-seleção das variáveis preditivas recorrendo novamente aos testes supra-mencionados, tendo-se suprimido do estudo aquelas em que não existiam di-

ferenças estatisticamente significativas entre as pseudo-ausências e a amostra dos 70 povoados.

Foram assim eliminados os preditores proximidade a solos classe A, capacidade e uso do solo, litologia, tipos de solos, declividade, radiação solar, temperatura média anual e precipitação total.

Foi também analisada a correlação entre preditores para evitar problemas de multicolinearidade (Rose e Altschul, 1988), através do cálculo do Coeficiente de Spearman (Dytham, 2011). A variável altitude foi removida por apresentar uma correlação com os preditores índice de visibilidade e diferença máxima de elevação descendente.

Para a escolha das variáveis preditivas a integrar no modelo logístico final recorreu-se a duas metodologias. A primeira seguindo os procedimentos descritos em Hosmer e Lemeshow (2000) que passa pela construção de uma série de modelos uni e multivariados que são selecionados através da análise da *deviance*. Procura-se assim um modelo parcimonioso com bom ajustamento aos dados.

A segunda metodologia é recomendada por Verhagen (2007) e alia a reamostragem *bootstrap* com a regressão *stepwise*, utilizando o critério de informação de Akaike para seleção das variáveis. A utilização de técnicas de reamostragem permite minimizar o impacto que algumas observações possam exercer no modelo (Austin e Tu, 2004) e podem ser bastante úteis quando aplicadas em amostras que integrem alguns sítios arqueológicos com cronologia pouco precisa.

Após a utilização dos dois procedimentos, verificou-se que os mesmos quatro preditores: geomorfologia, índice de visibilidade, proximidade a ocorrências mineiras e diferença máxima de elevação descendente, eram selecionados por ambas as metodologias o que reforçou a sua escolha e integração no modelo logístico final.

Apresenta-se de seguida uma caracterização sumária dos preditores finais.

Geomorfologia

O preditor categórico geomorfologia foi construído de acordo com a metodologia desenvolvida por Jasiewicz e Stepinski (2013) e representa as 10 classes mais comuns de formas de relevo (fig. 2). Com a sua introdução pretendia-se verificar se existia alguma classe predominante na implantação dos povoados que pudesse ser utilizada na previsão.

Índice de Visibilidade

Tendo em conta a importância da visibilidade no controlo do território ou dos recursos, na comunicação à distância e na defesa, realizou-se o cálculo individual da visibilidade para todas as células da área de estudo e não somente para aquelas em que existia um arqueossítio, possibilitando-se assim a integração deste fator nas análises (fig. 3).

Distância a ocorrências mineiras

Considerando que os minérios eram um recurso valorizado durante a Proto-história e que na região em análise a ocorrência de estanho encontra-se disponível em aluviões e filões, assim

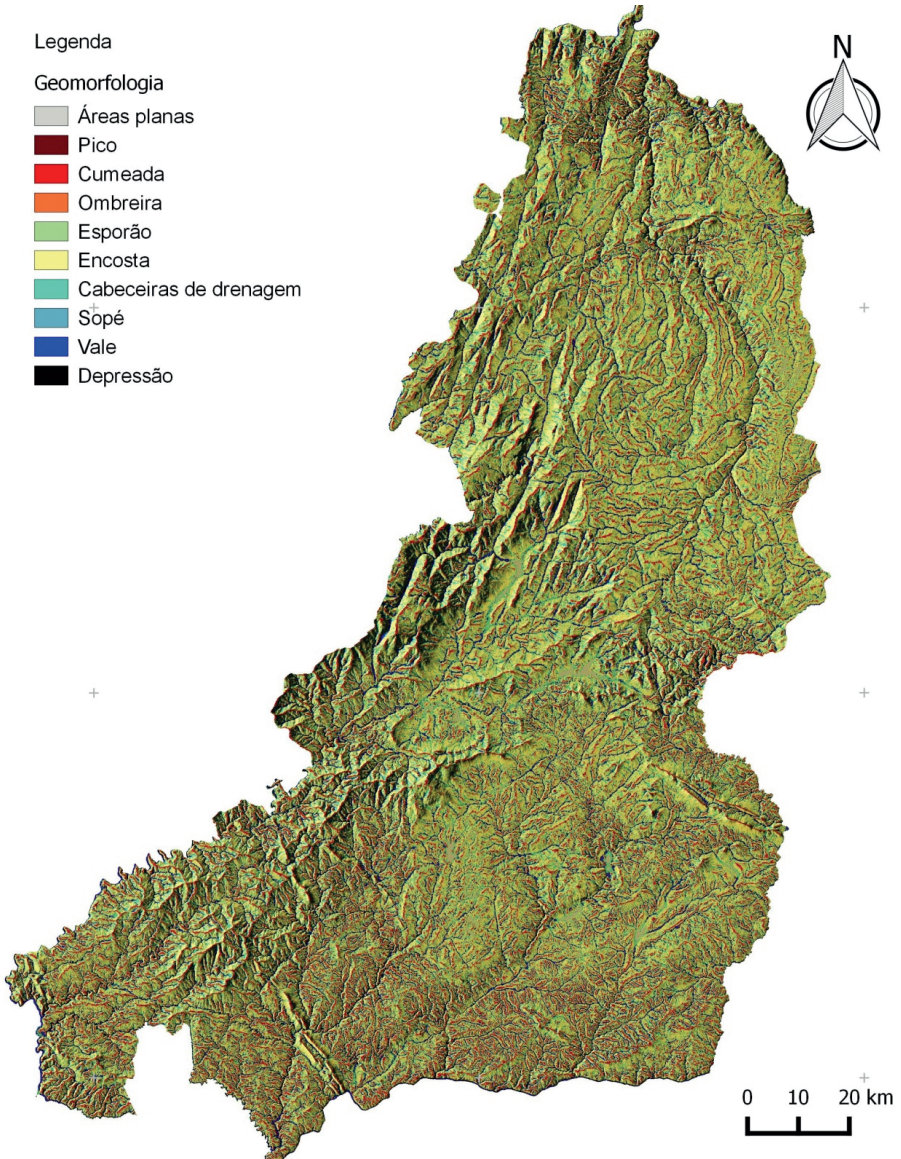


Fig. 2. Geomorfologia (segundo Estanqueiro, 2016, mapa 5).

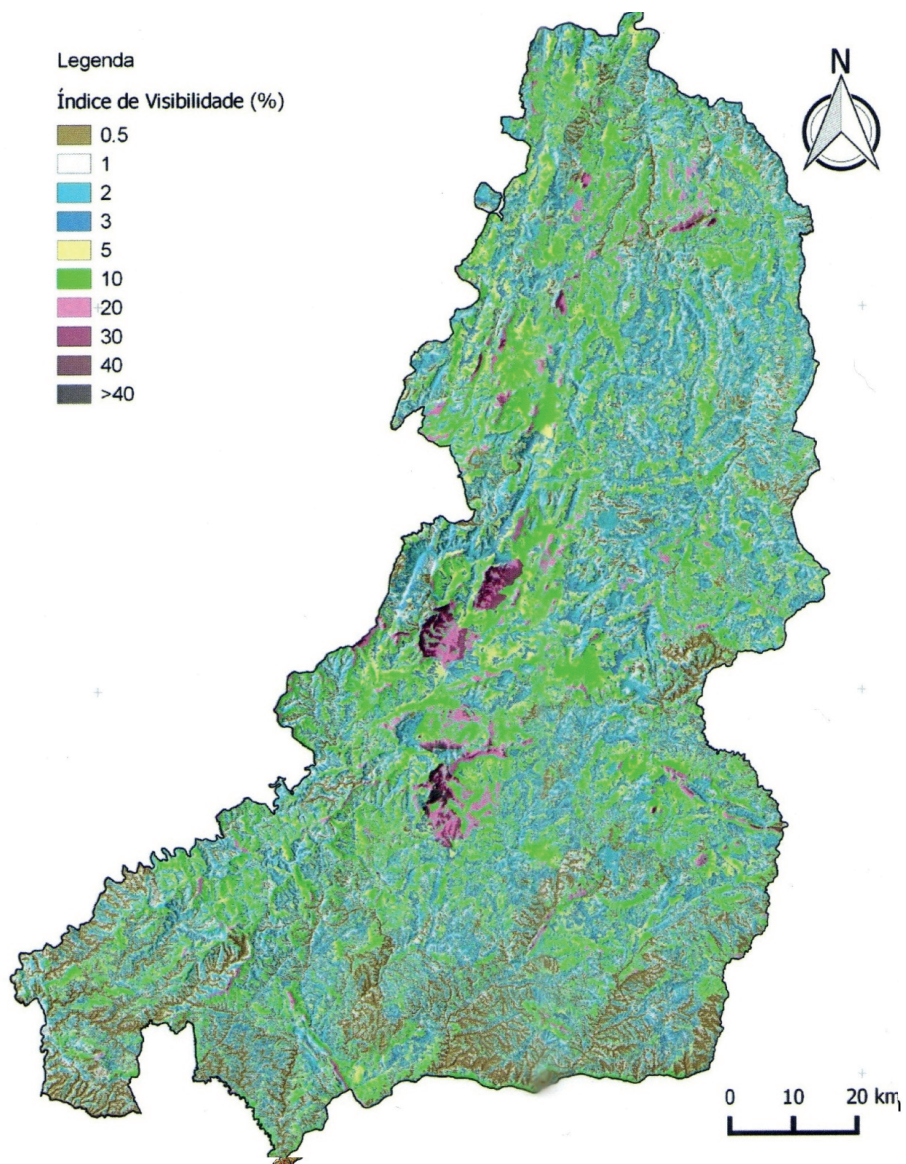


Fig. 3. Índice de visibilidade (segundo Estanqueiro, 2016, mapa 18).

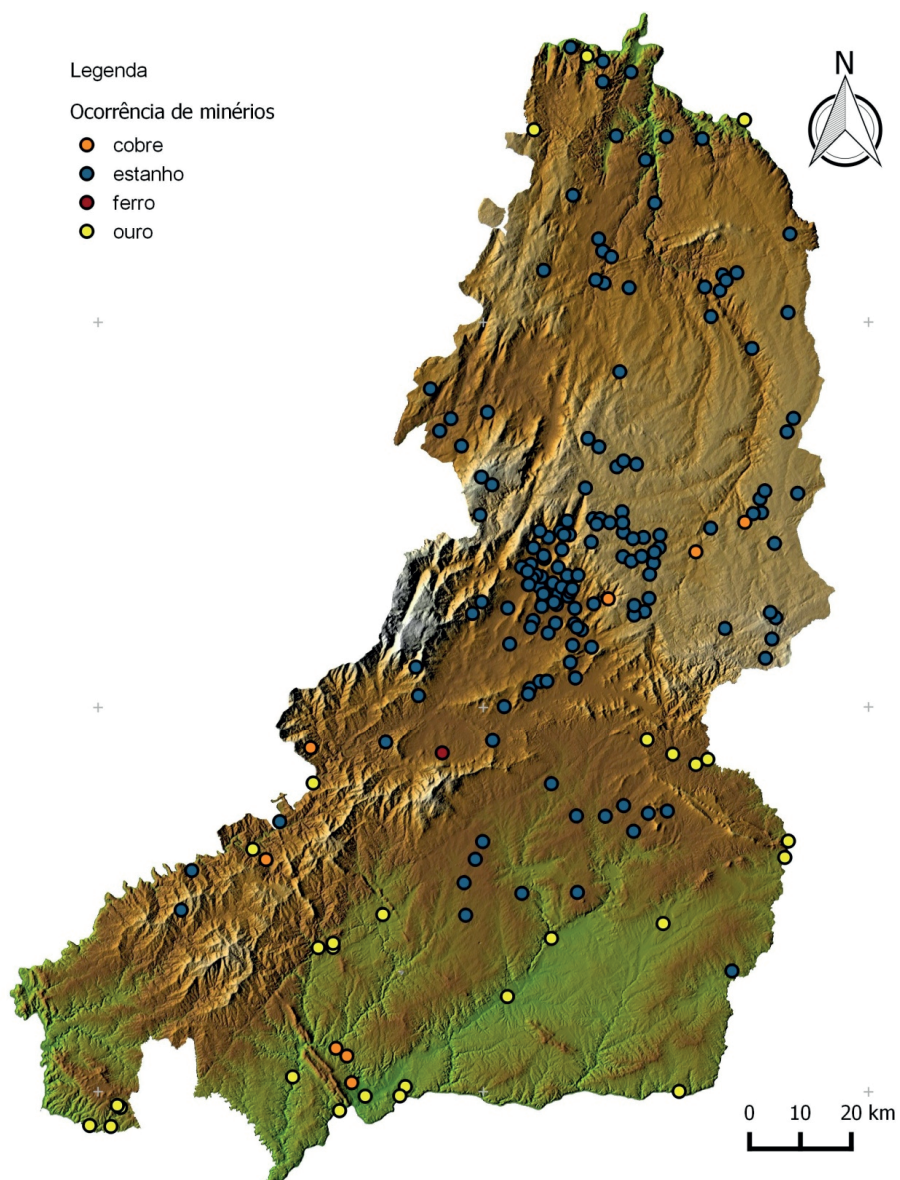


Fig. 4. Distribuição de ocorrências mineiras (segundo Estanqueiro, 2016, mapa 3).

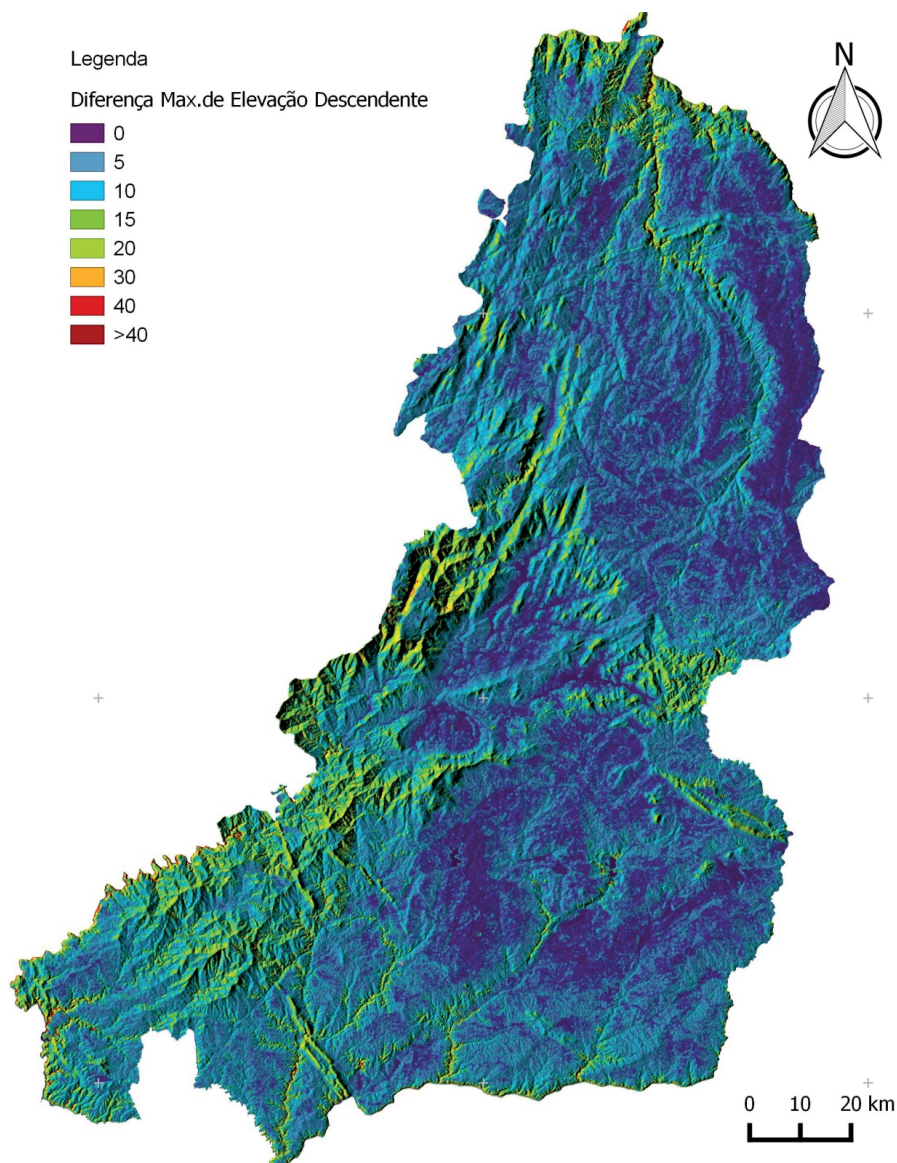


Fig. 5. Diferença máxima de elevação descendente (segundo Estanqueiro, 2016, mapa 19).

como se verifica a presença de minérios de cobre, ferro e ouro, tornou-se importante tentar descortinar a existência de algum padrão entre a sua disponibilidade e a distância aos sítios arqueológicos (fig. 4).

Diferença máxima de elevação descendente

O último preditor selecionado para integrar o modelo final foi a diferença máxima de elevação descendente (fig. 5). Este representa a maior queda de elevação entre uma célula e as células vizinhas num raio pré-definido e pode ser interpretado como uma medida de defensabilidade natural de um local.

5. AVALIAÇÃO DO MODELO

Após a construção do modelo logístico e a sua aplicação ao território em estudo (fig. 6), reclassificou-se o mapa preditivo obtido, em 4 classes de probabilidade de ocorrência de arqueossítios (Tabela 1).

Recorrendo à amostra de teste constituída pelos 19 povoados que se haviam reservado anteriormente, procurou-se avaliar o desempenho teórico do modelo resultante. Para tal, foram

contabilizados os povoados que foram detetados em cada classe de probabilidade, assim como a área total do território ocupada pelas mesmas.

O modelo preditivo construído conseguiu uma boa redução das zonas de probabilidade muito alta apenas a 1,5% da região de estudo, obtendo um valor de 0,975 no Índice de Ganho de Kvamme (Kvamme, 1988).

6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Verificou-se que os locais de implantação dos povoados conjugavam os valores locais mais elevados de visibilidade e proximidade a quedas de elevação.

A título de exemplo, atente-se no caso do povoado de Caria Talaia, no concelho do Sabugal, com ocupação do Bronze Final e Idade do Ferro (Vilaça, 1995; Osório, 2005; Silva, 2006), onde observando o mapa de visibilidade (figura 7) para a área envolvente ao arqueossítio, podemos constatar a existência de vários locais que se situam na classe mais alta para este preditor, mas que ao consultarmos o mapa relativo à diferença máxima de elevação descendente (figura 8), verificamos que os valores mais altos coincidem com a localização

Tabela 1. Povoados proto-históricos detetados em cada classe de probabilidade

<i>Classes de probabilidade</i>	<i>Arqueossítios detetados</i>
Probabilidade baixa de ocorrência (0 – 25%)	1
Probabilidade média de ocorrência (25%-50%)	3
Probabilidade alta de ocorrência (50%-75%)	4
Probabilidade muito alta de ocorrência (75%-100%)	11

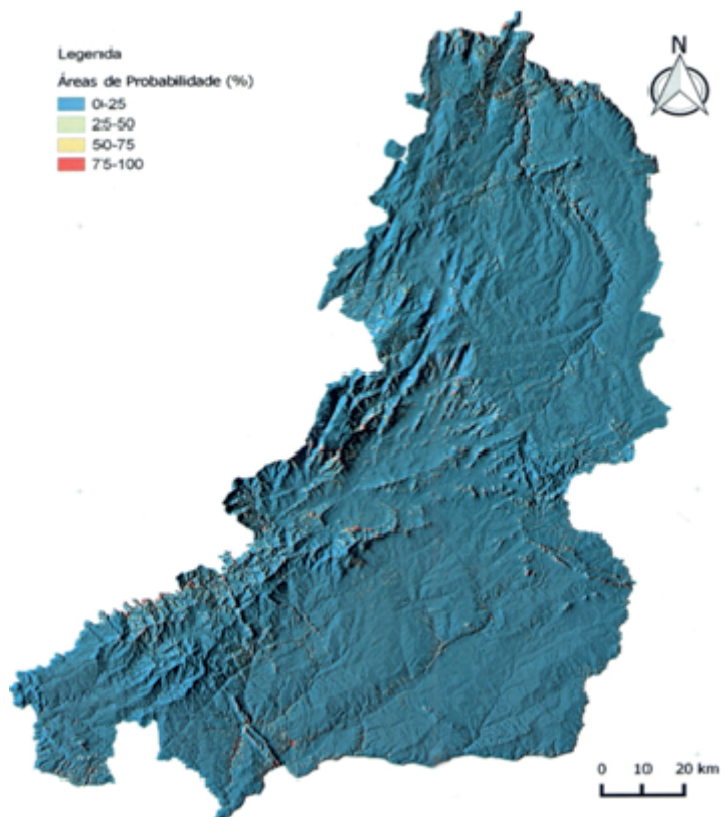


Fig. 6. Mapa preditivo para os povoados proto-históricos da Beira Interior (segundo Estanqueiro, 2016, mapa 20).

do povoado, tendo a sua implantação conjugado os valores mais elevados para as duas variáveis em questão.

Observou-se também que as formas do relevo preferenciais foram os picos e as cristas, maximizando os preditores mencionados.

Na maioria dos casos, a conjugação dos valores locais mais elevados de ambos os preditores parece ter sido a decisão tomada; contudo, vezes houve em que foi necessário optar pelos valores mais altos de um em detrimento do outro.

Exemplo de um destes compromissos pode ser observado no caso do povoado do Alto de Santa Eufémia, em Vila Nova de Foz Côa, com cronologia do Bronze Final (Coixão, 1999; Vilaça, 2005; Silva, 2006) através da preferência por uma visibilidade superior, em prejuízo da aproximação a quedas de elevação mais acentuadas (figuras 9 e 10).

No entanto, alguns arqueossítios fogem a este padrão, optando por uma maior proximidade a linhas de água, ao invés de locais com os valores mais elevados dos preditores já referidos. Tal é

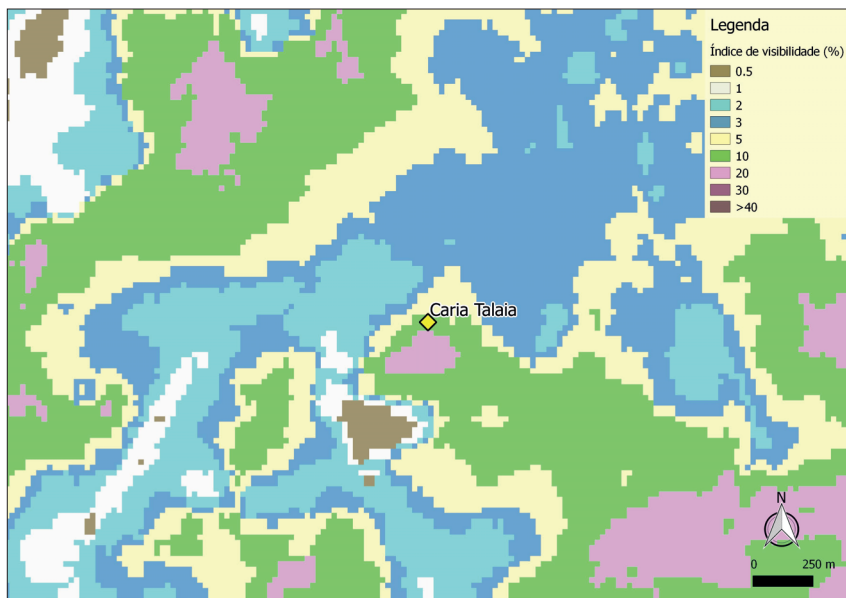


Fig. 7. Índice de visibilidade da área envolvente ao povoado de Caria Talaia, calculado sobre MDT de 25m.

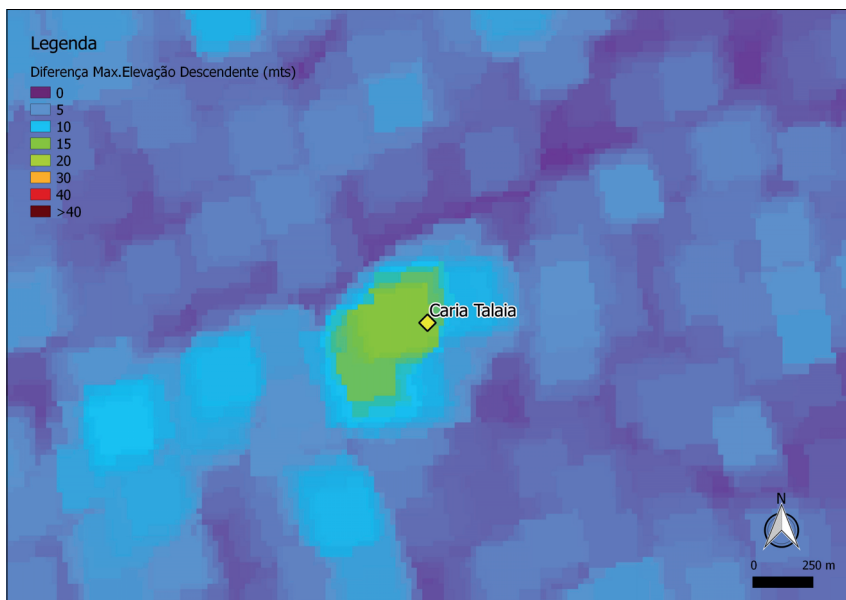


Fig. 8. Diferença máxima de elevação descendente da área envolvente ao povoado Caria Talaia, calculada sobre MDT de 25m.

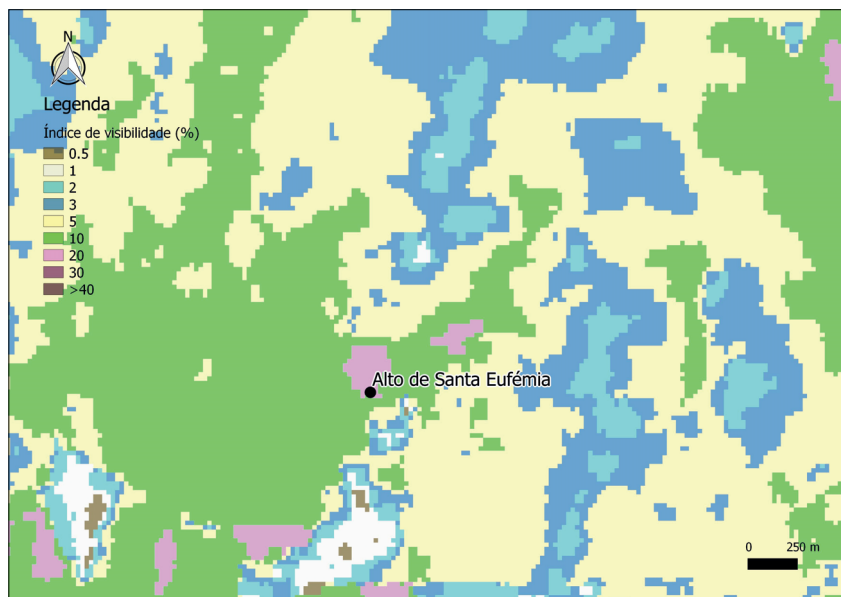


Fig. 9. Índice de visibilidade da área envolvente ao povoado do Alto de Sta. Eufémia, calculado sobre MDT de 25m.

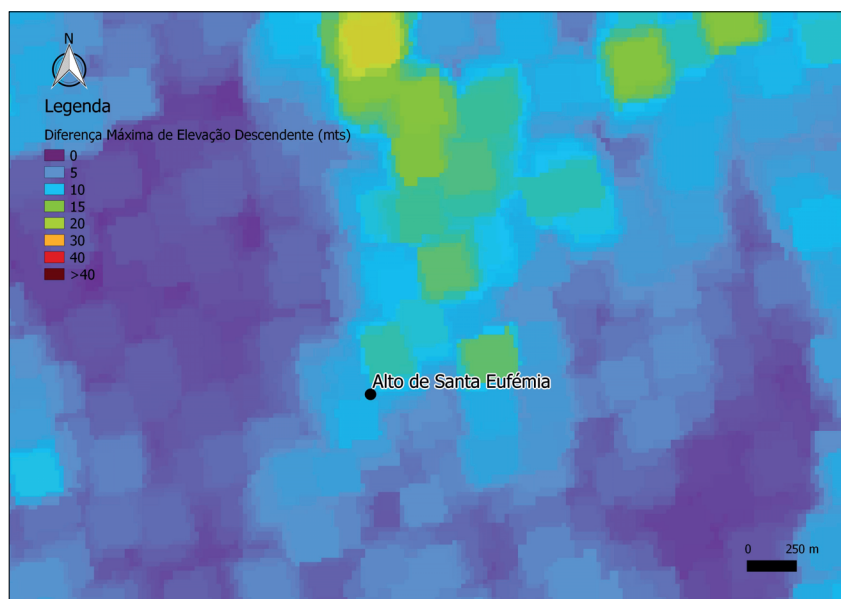


Fig. 10. Diferença máxima de elevação descendente da área envolvente ao povoado do Alto de Sta. Eufémia, calculada sobre MDT de 25m.

o caso dos povoados do Castelo Vieiro, em Pinhel, e do Cabeço dos Castelos, em Proença-a-Nova, com ocupações inseridas no Bronze Final e Idade do Ferro, respetivamente (López Jiménez, 2002; Perestrelo, 2003; Batata, 2002). Recorde-se que esta apropriação a linhas de água e o seu controlo direto é mais visível durante a Idade do Ferro o que já havia sido referido por Ricardo C. da Silva (2006).

Em relação às ocorrências mineiras constatou-se que 33 arqueossítios se localizavam a menos de 2,5km destas. Ressalve-se que, apesar dos dados utilizados respeitantes a estas disponibilidades mineiras se reportarem à atualidade, a seleção deste preditor por ambas as metodologias utilizadas não só é indicativo da sua importância, mas também da plausibilidade de que, pelo menos algumas destas, pudessem ser conhecidas e exploradas no período cultural em estudo.

Muitos povoados integrados no modelo construído apresentavam indícios de práticas metalúrgicas, de que o Castelejo, no Sabugal, é um bom exemplo (Vilaça, 1995). Este povoado foi o único que recaiu na faixa mais baixa de probabilidades, dentro da amostra reservada para validação do modelo, porque embora na sua imediação se observem áreas com valores elevados de visibilidade e quedas de elevação acentuadas, valorizadas pela maioria dos povoados, estas foram preteridas por uma localização que possibilita uma maior proximidade a ocorrências mineiras.

Por último, refere-se a problemática relacionada com a incorreção das coordenadas de alguns arqueossítios. Este tipo de situações afeta não só as análises, mas também a precisão do modelo, influenciando os resultados finais obtidos. Aquelas são de extrema importância e deverão ser o mais representativas das características em estudo.

A título de exemplo refira-se o povoado da Serra das Vinhas/Cabeço dos Mouros no Sabugal, cujas coordenadas utilizadas no estudo e obtidas no Portal do Arqueólogo colocaram o local de implantação numa vertente da serra em área de menor visibilidade. Contudo, uma revisão recente aos locais que recaíram nas faixas mais baixas de probabilidade, com vista à sua análise, permitiu situar o arqueossítio numa zona de maior altitude e visibilidade (Osório, 2005), distando cerca de 100 metros da anterior.

Esta discrepância contribuiu para que o povoado fosse integrado na classe de probabilidade média, ao invés de numa superior.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da metodologia escolhida construiu-se um modelo preditivo que alcançou bons resultados na validação teórica, indo ao encontro dos dados empíricos, ambicionando-se futuramente efetuar a validação do mesmo no terreno, por meio de prospeções. Estes novos dados permitirão afinar o modelo e integrar outros fatores que se conside-

rem relevantes, salientando-se o carácter dinâmico dos modelos preditivos.

Conseguiu-se quantificar o alcance visório de cada célula para toda a área de estudo e não apenas para os sítios conhecidos, permitindo a introdução deste fator num modelo logístico.

Reproduziu-se também um índice de defensabilidade, através do cálculo da diferença máxima de elevação descendente que, conjuntamente com o preditor anterior, revelaram a sua pertinência.

Concluiu-se que as comunidades detinham um bom conhecimento do território, o que levou à escolha, na maioria dos casos, dos locais com os valores mais elevados de visibilidade na sua área de implantação, associando-os a quedas de elevação e à proximidade a minérios.

Salienta-se ainda, o uso exclusivo de *software* livre nas análises estatísticas realizadas e na construção do modelo, o que torna a metodologia acessível a todos os investigadores interessados.

BIBLIOGRAFIA

- P. AUSTIN; J. Tu: “Bootstrap methods for developing predictive models”. *The American Statistician*, 58, 2 (2004), p.131-137.
- C. BATATA: Idade do Ferro e Romanização entre os rios Zêzere, Tejo e Ocreza. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras de Coimbra: 2002, 2 vols.
- N. BOTICA: Servator: modelo preditivo de apoio à prospecção arqueológica. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho: 2004.
- A. COIXÃO: A ocupação humana na Pré-História Recente na região de Entre Côa e Távora. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto: 1999.
- L. CUNHA: A Beira-Interior - Portugal: caracterização física. In E. PINHEIRO (ed.). *A rota da lã transiana: percursos e marcas de um território de fronteira: Beira Interior (Portugal) e Comarca Tajo-Salor-Almonte (Espanha)*. Museu dos Lanifícios, Guarda: 2008, p. 47-53.
- C. DYTHAM: *Choosing and using statistics: a biologist's guide*. Wiley-Blackwell: 2011, 3ª ed.
- M. ESTANQUEIRO: Modelo preditivo logístico aplicado aos povoados proto-históricos da Beira Interior. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra: 2016. Disponível em <https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/handle/10316/33009>
- D. HOSMER; S. LEMESHOW: *Applied Logistic Regression*. Wiley: 2000, 2ª ed.
- J. JASIEWICZ; T. F. STEPINSKI: “Geomorphons-a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms”. *Geomorphology*, 182 (2013), p. 147-156.
- K. KVAMME: Development and testing of quantitative models. In W. James Judge; L. Sebastian (eds.). *Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modelling*. Bureau of Land Management Service Center, Denver: 1988, p. 325-418.

- O. LÓPEZ JIMÉNEZ: Protohistoria del occidente de la Meseta Norte: estructura social y territorio. Tese de Doutoramento apresentada à Universidad Complutense de Madrid: 2002.
- B. J. MURTEIRA: Probabilidades e estatística. McGraw-Hill, Lisboa: 1990, vol 2.
- M. OSÓRIO: Contributos para o estudo do I milénio a.C. no Alto Côa. In Lusitanos e Romanos no nordeste da Lusitânia: Actas das II Jornadas do Património da Beira Interior. Centro de Estudos Ibéricos, Guarda: 2005, p. 35-65.
- M. PERESTRELO: A Romanização na bacia do rio Côa. Parque Arqueológico do Vale do Côa: 2003.
- D. PESTANA; S. VELOSA: Introdução à Probabilidade e à Estatística. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa: 2002, vol. I.
- M. ROSE; J. ALTSCHUL: An overview of statistical method and theory for quantitative model building. In W. James Judge; L. Sebastian (eds.). Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modelling. Bureau of Land Management Service Center, Denver: 1988, p. 173-256.
- O. RIBEIRO: Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico. Coimbra Editora: 1945.
- H. RUA: Os Sistemas de Informação Geográfica na detecção de villae em meio rural no Portugal Romano: um modelo preditivo. Tese de Doutoramento apresentada ao Instituto Superior Técnico: 2004.
- T. SCHATTNER; M. SANTOS (eds): Porcom, Oilam, Taurum – Cabeço das Fráguas: o santuário no seu contexto. Actas da Jornada realizada no Museu da Guarda. Iberografias, 6 (2010), p.89-108.
- R. SILVA: Génese e Transformação da Estrutura do Povoamento do I Milénio a.C. na Beira Interior. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra: 2006.
- P. VERHAGEN: Case studies in archaeological predictive modelling. Leiden University Press: 2007.
- R. VILAÇA: Aspectos do povoamento da Beira Interior (Centro e Sul) nos finais da Idade do Bronze. Trabalhos de Arqueologia, n.º 9 (1995), 2 vols.
- R. VILAÇA: Contributos para o estudo do I milénio a.C. no Alto Côa. In Lusitanos e Romanos no nordeste da Lusitânia: Actas das II Jornadas do Património da Beira Interior. Centro de Estudos Ibéricos, Guarda: 2005, p. 13-34.
- R. VILAÇA: A Cachouça (Idanha-a-Nova, Castelo Branco). Construção e organização de um caso singular de inícios do I milénio AC. In S. Jorge *et al.* (eds.) A concepção das paisagens e dos espaços na Arqueologia da Península Ibérica. Faro: 2007, p. 67-75.
- R. VILAÇA; A. SANTOS; E. PORFÍRIO; J. MARQUES; N. CANAS: “Lugares e caminhos no mundo pré-romano da Beira Interior.” Cadernos de Geografia, 17 (1998), p. 35-42.